

**Beziehungen der Pulpa und der Zahnoberfläche
im Approximalbereich**

Untersuchungen an oberen und unteren Prämolaren

Christiane Funk

1978



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Anatomischen Anstalt der Universität München

Direktor: Prof. Dr. H. Frick

Beziehungen der Pulpa und der Zahnoberfläche im
Approximalbereich

Untersuchungen an oberen und unteren Prämolaren

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
an der Ludwig Maximilians-Universität München



vorgelegt von
Christiane Funk

aus
Holzkirchen

Jahr
1976

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin der
Universität München

Berichterstatter: Univ.Doz.Dr.med.habil.
Georg Ph. Schmidt

Mitberichterstatter: Prof.Dr. E.Sonnabend

Dekan: Prof.Dr. W.Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 11.7.1978



Inhaltsverzeichnis

=====

	Seite
A Einleitung und Problemstellung	1
B Material und Methode	3
1. Material	3
2. Methode	4
2.1 Masse, Volumen und Dichte der Zähne	
2.2 Methode der Röntgenaufnahmen	5
2.3 Strecken der Röntgenaufnahmen	9
C Ergebnisse	14
1. von 2.3	14
2. Fehlerbetrachtungen der Meßvorgänge	14
2.1 Unmittelbare Fehler aufgrund von Ableseungenauigkeiten	
2.11 durch die Schieblehre	14
2.12 durch die Paralaxe des Auges	15
2.2 Mittelbare Fehler aufgrund der Meßeinrichtung	15
2.3 Absoluter und relativer Maximalfehler	27
3. Mittelwerte als Folgerungen aus den Ergebnissen von C 1	28
3.1 Arithmetisches Mittel der Meßstrecken- ergebnisse, welche für die Kavitäten- präparation bedeutsam sind	28
3.2 Arithmetisches Mittel der übrigen Meßstrecken-Ergebnisse	29
3.3 Folgerungen aufgrund der Röntgenbilder	30
4. Statistische Betrachtung der Ergebnisse	34
5. Streuung nach der Gauß'schen Kurve	34
D Diskussion	37
1. Folgerungen aus der Statistik	37
2. Folgerungen für die Kavitäten-Präparation	40

	Seite
E Zusammenfassung	43

F Tabellarischer Anhang	46
-------------------------	----

G Literaturverzeichnis	63
------------------------	----

Danksagung	65
------------	----

Lebenslauf	66
------------	----

IN DANKBARKEIT GEWIDMET

meinen Eltern

Dr. Christian und Elisabeth F u n k

Teil A

Einleitung und Problemstellung

Um die Eröffnung des Pulpenkavums zu vermeiden, ist die Kenntnis seiner topographisch- anatomischen Lage und Ausdehnung für den Behandelnden von Bedeutung. In seiner Form wiederholt die Pulpahöhle ungefähr die Zahnoberfläche (HARNDT, 1970).

Zwar hat MEYER (1959) genaue Angaben über die Wurzelkanäle bzw. die Pulpa im apicalen Bereich gemacht und Modelle der Wurzelpulpa angefertigt, über die exakte Ausdehnung der Kronenpulpa und ihre Beziehung zur Zahnoberfläche finden sich jedoch keine konkreten Angaben in der Literatur.

Um den Abstand der Pulpa gegenüber der Zahnoberfläche bzw. der Cariesbegrenzung festzustellen, steht dem Zahnarzt bei der Behandlung lediglich die Bißflügel-Röntgenaufnahme zur Verfügung. Diese Aufnahme wird mit einer Röntgentechnik gewonnen, bei der der Zentralstrahl senkrecht auf die Längsachse des Zahnes gerichtet wird (SONNABEND, 1975). Auf diesem Röntgenbild ist der Zahn in seinem Längsschnitt und die Pulpa in groben Umrissen zu sehen. Ihre wahre Ausdehnung ist jedoch auf dieser Aufnahme nicht erkennbar, da durch davor- und dahinterliegende Dentintteile die Konturen der Pulpenkammerwand nicht ganz scharf abgebildet werden können.

Aufgabe dieser Arbeit soll es daher sein, die volle Ausdehnung der Pulpa im Approximalbereich der Prämolaren des Ober- und Unterkiefers festzustellen.

Bei den Molaren wird die Ausdehnung der Pulpa durch ROSENTHAL zur gleichen Zeit ermittelt.

Da dieses Vorhaben am Patienten nicht möglich ist, sollten an extrahierten Zähnen Röntgenaufnahmen gemacht werden, die Zahn und Pulpa im Querschnitt festhalten. Bestimmte Meßstrecken zwischen Pulvenkammerwand und approximaler Zahnoberfläche sollen auf den Röntgenbildern im Längs- und Querschnitt verglichen werden. Daraus können Schlußfolgerungen auf die Kavitäten- und Kronenstumpf-Präparation am Patienten gezogen werden.

Teil B

Material und Methode

1. Material

Es wurden 102 extrahierte Prämolaren aus Ober- und Unterkiefer der rechten und linken Kieferhälfte in der Zeit von Mai bis Juli 1975 gesammelt. Sie stammten teils aus dem laufenden Patientengut einiger Praxen, wobei es sich oft um Zähne handelte, die aus kieferorthopädischen Gründen gezogen wurden, teils aus Leichen der Institute für Pathologie, Gerichtsmedizin und Anatomie. Bedingung für die Auswahl der Zähne war es, möglichst unbeschädigte oder nur mit kleinen Füllungen versehene Prämolaren zu finden. Damit sollten Einflüsse auf die Größe des Pulpenkavums durch Sekundärdentinbildung ausgeschaltet werden.

Die Zähne wurden in 30 % Wasserstoffperoxid gereinigt.

Um Verwechslungen zu vermeiden, wurde jeder Zahn nach seiner Zugehörigkeit zu einer bestimmten Zahn- und Altersgruppe eingeordnet.

Unter der Voraussetzung, daß zwischen rechter und linker Kieferhälfte keine Unterschiede bestehen, ergaben sich folgende Zahngruppen:

Gruppe I:	Unten 4	Gruppe II:	Unten 5
Gruppe III:	Oben 4	Gruppe IV:	Oben 5

Unter Berücksichtigung des Alters ergab sich eine weitere Unterteilung in Altersgruppen:

- | | |
|------------------|-----------------|
| a) 10 - 15 Jahre | b) 16 -19 Jahre |
| c) 20 - 25 Jahre | d) ab 26 Jahren |

2. Methode

Es wurden Masse, Volumen und Dichte der Zähne ermittelt sowie durch Messungen entlang von Meßstrecken die Ausdehnung der Pulpa auf den Röntgenbildern gemessen.

2.1 Masse, Volumen und Dichte der Zähne

Die Dichte eines jeden Zahnes wurde bestimmt, um durch den stattgefundenen Dentinanbau und die dadurch erfolgte Verkleinerung der Pulpa einen zusätzlichen Anhalt über das Alter zu gewinnen. Nach den Untersuchungen durch SUTOR (1937) korreliert nämlich das spezifische Gewicht eines Zahnes mit dem Lebensalter.

Die Dichte eines Zahnes findet man, indem man seine Masse M (g) und sein Volumen V (cm^3) ermittelt und aus beiden Größen den Quotienten bildet: $\rho = \frac{M}{V} \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right)$

Die Masse eines Zahnes wurde mit einer elektronischen Waage bestimmt (Hersteller: Firma Mettler; Maximalgewicht: 160 g; Tara: 0 - 10 g; Genauigkeit 1 ‰; Digitalanzeige; die Waage ist mit einer Vorrichtung

für die automatische Kompensation von Niveaufehlern ausgerüstet).

Anschließend wurde auf derselben Waage das Volumen des Zahnes bestimmt: Nach dem Archimedischen Prinzip ist der Gewichtsverlust eines in eine Flüssigkeit getauchten Körpers gleich dem Gewicht der verdrängten Flüssigkeitsmenge, also gleich dem Produkt aus dem spezifischen Gewicht der Flüssigkeit und dem Volumen des eingetauchten Körpers (HÖFLING, 1971).

Jeder Zahn wurde an einem dünnen Bindfaden in ein mit Wasser gefülltes Becherglas gehängt, und das verdrängte Wasservolumen gemessen. Da das spezifische Gewicht von Wasser 1g/cm^3 beträgt, ist zahlenmäßig das Volumen des eingetauchten Zahnes gleich dem gefundenen Gewichtsverlust.

Von der Bestimmung der Dichte wurden Zähne mit Füllungen ausgenommen.

2.2 Methode der Röntgenaufnahme

Zum Zwecke der röntgenologischen Untersuchung der Pulpa wurden von jedem Zahn zwei Röntgenaufnahmen in verschiedenen Ebenen hergestellt:

Ein Röntgenbild wurde angefertigt, das der Bißflügel-Aufnahme entspricht, etwa so, wie sie auch im Mund des Patienten möglich ist. Diese Art von Aufnahme gibt den Zahn in seinem Längsschnitt wieder.

Eine zweite Aufnahme von apical stellt den Zahn im Querschnitt dar. Um zu starke Über-

lagerungen der Wurzeln mit den Konturen der Pulpawand zu vermeiden, wurden bei sämtlichen Zähnen die Wurzeln 2 mm apicalwärts der anatomischen Krone mit einer diamantierten Scheibe abgetrennt.

Es wurde ein Gerät aus Kunststoff gebaut, das sowohl Film als auch Zahn stets in gleicher Position und in gleichem Abstand hält (siehe Abbildung 1), um so stets gleichmäßige Bedingungen bei der Aufnahme zu erhalten.

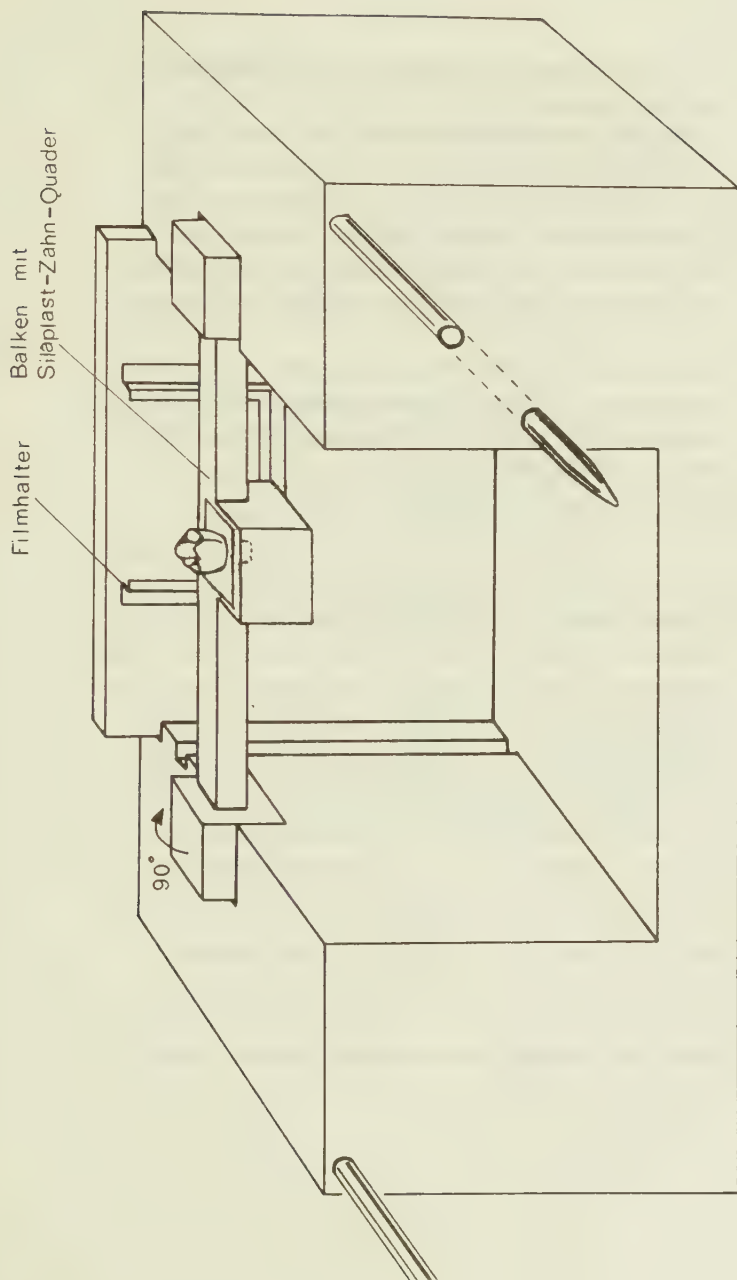


Abbildung 1

Zur Fixierung des Zahnes ist an dem Gerät ein herausnehmbarer Balken mit einer quaderförmigen Ausbuchtung. In diese Ausbuchtung wurde für jeden Zahn das zunächst plastische Abformmaterial "Silaplast" der Firma "Detax" gegeben und vor seiner Erhärtung der jeweilige Zahn möglichst gerade ca. 6 mm tief eingelassen (siehe Abbildung 7).

Der Spitztubus eines zahnärztlichen Röntgengerätes der Firma "Siemens" wurde möglichst waagrecht gestellt und unmittelbar an den Silaplast-Quader herangerückt.

Anschließend erfolgten die Aufnahmen:

Zunächst wurde die Bißflügel-Aufnahme gemacht. Danach wurde der Balken mit seinen würfelförmigen Enden um eine Kante gedreht; auf diese Art zeigte die Okklusalfläche des Zahnes auf den Film, und der Spitztubus des Röntgengerätes wurde auf das apicale Ende des Silaplast-Zahn-Quaders eingestellt.

Die Röntgenaufnahmen wurden auf Kodak-Zahnfilmen (Format 3,2 x 4,1 cm) festgehalten.

In einem halbautomatischen Entwickler wurden die Röntgenbilder entwickelt und fixiert.

Um Verwechslungen auszuschließen, wurden jedem Zahn die beiden Röntgenbilder durch Nummerierung zugeordnet.

2.3 Meßstrecken der Röntgenaufnahmen

Für die Auswertung der Röntgenbilder war es notwendig, nach topographisch-anatomischen Zahnmerkmalen (Winkelmerkmal, Krümmungsmerkmal, Kronenflucht) mesiale und distale Seite eines Zahnes zu bestimmen. Dies wurde auch auf den Röntgenbildern gekennzeichnet.

Es war ursprünglich vorgesehen, die bei der Bißflügel-Aufnahme gefundenen Meßwerte zu vergleichen mit den tatsächlichen Werten, die mit Hilfe von Schliffpräparaten gewonnen werden sollten. Diese Aufgabe erwies sich jedoch wegen der geringen Größe der Prämolaren und der damit verbundenen Schwierigkeit sie orthoaxial aufzubereiten, als nicht durchführbar.

Die vermutete Ausdehnung der Pulpa, wie Abb.2 zeigt, wurde daher nach den folgenden Meßstrecken bestimmt, wobei zwischen apicaler - und Bißflügel-Aufnahme unterschieden wurde (siehe Abbildungen 2, 3, 4):

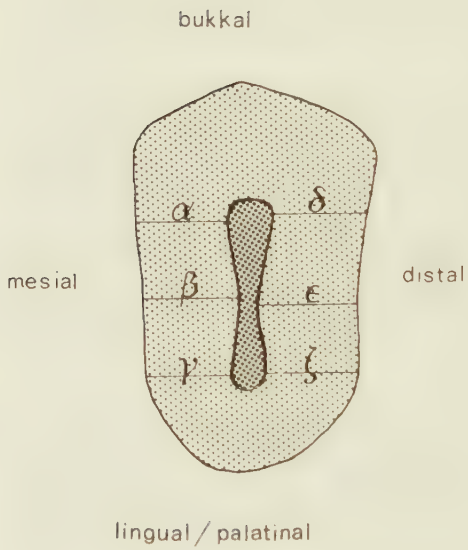


Abbildung 2

- | | | | |
|----|---------------------------------|---|---------|
| a) | Abstand Schmelz-Dentin-Grenze | - | mesio- |
| | bukkales Pulpenhorn | | |
| β) | Abstand Schmelz-Dentin-Grenze | - | mesiale |
| | Pulpenwand in der Zahnmitte | | |
| γ) | Abstand Schmelz-Dentin-Grenze | - | mesio- |
| | linguales bzw. mesiopalatinales | | |
| | Pulpenhorn | | |
| δ) | Abstand Schmelz-Dentin-Grenze | - | disto- |
| | bukkales Pulpenhorn | | |
| ε) | Abstand Schmelz-Dentin-Grenze | - | distale |
| | Pulpenwand in der Zahnmitte | | |
| ζ) | Abstand Schmelz-Dentin-Grenze | - | disto- |
| | linguales bzw. distopalatinales | | |
| | Pulpenhorn | | |

Um das Vorhandensein von Pulpenhörnern bestätigen oder verneinen zu können, wurde der Punkt der größten mesio- bzw. disto-bukkalen Ausdehnung mit dem Punkt der größten mesio- bzw. disto-lingualen bzw. palatinalen Ausdehnung durch eine Gerade verbunden. Die Größe der Abstände auf der mesialen Seite und auf der distalen Seite zwischen der minimalen Pulpenausdehnung in der Zahnmitte und der Geraden gibt die Ausdehnung der Pulpenhörner an. (Siehe Abbildung 2).

Zusätzlich wurden noch folgende vier Strecken an der Pulpa selbst gemessen (siehe Abb.3).

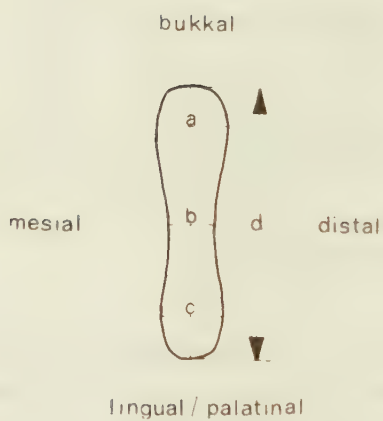


Abbildung 3

- a) Maximale Ausdehnung distal - mesial im bukkalen Pulpenhorn
- b) Minimale Ausdehnung distal - mesial in der Pulpenmitte
- c) Maximale Ausdehnung distal - mesial im lingualen bzw. palatinalen Pulpenhorn
- d) Maximale Ausdehnung der Pulpa in bukkal - lingualer bzw. palatinaler Richtung.

An der Bißflügelaufnahme wurden folgende Messungen durchgeführt. Ihre Bezeichnungen entsprechen denen der bereits genannten Meßstrecken.

« α, β, γ » für mesial und « δ, ϵ, ζ » für distal geben den Abstand am Übergangspunkt des Schmelzes in den Zement zur Pulpa an (siehe Abb.4).

Eine zweite Messung « α', β', γ' » bzw. « $\delta', \epsilon', \zeta'$ » folgte ca. 2 mm okklusälwärts an der größten am Röntgenbild sichtbaren Pulpenausdehnung zur Schmelz-Dentin-Grenze (siehe Abbildung 4).

Sämtliche Meßergebnisse mußten durch den Faktor 1,3 dividiert werden, da das Röntgenbild eine um diesen Faktor vergrößerte Darstellung lieferte. Dieser Faktor wurde aus der Abmessung des Quaders am Kunststoffgerät ermittelt.

Die reduzierten Ergebnisse wurden in Tabelle 1 (siehe tabellarischer Anhang) festgehalten.

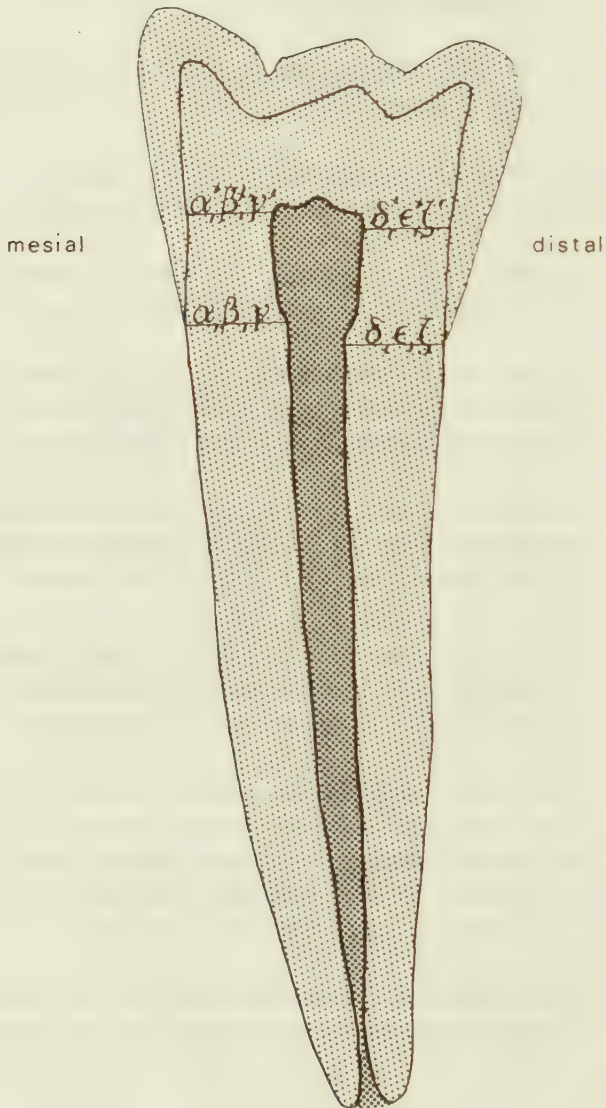


Abbildung 4

Teil C

Ergebnisse

1. Ergebnisse von B 2.3

Nach der geschilderten Methode wurden 102 Zähne ausgewertet. Um sämtliche Ergebnisse vergleichen zu können, wurden sie in Tabelle 1 (siehe tabellarischer Anhang) nach den unter B angegebenen Gruppeneinteilungen zusammengestellt.

2. Fehlerbetrachtung der Meßvorgänge

Um eine exakte Aussage über die Ausdehnung der Pulpa im Approximalbereich geben zu können, ist es notwendig, den maximal möglichen (maximal absoluten) Fehler der Pulpenabmessung anzugeben.

2.1 Unmittelbare Fehler aufgrund von Ablesungenauigkeiten

Unmittelbare Fehler sind solche, die nur additiv in die Summe der Einzelfehler eingehen und sich nicht funktionell aus der Meßanordnung herleiten lassen.

- 2.11 Die Messungen der Abstände zwischen Schmelz-Dentin-Grenze und Pulpa wurden mit einer Schieblehre durchgeführt; dabei ist ein Ablesen nur bis 0,05 mm möglich. Im ungünstigsten Fall ergibt sich also ein Ablesefehler

$$\Delta u = \pm 0,049 \text{ mm}$$

$$\Delta u = \pm 0,049 \text{ mm} \approx 0,05 \text{ mm (1)}$$

2.12 Beim Ablesen des Nonius sei der Paralaxe-
fehler des Auges vernachlässigbar klein.
Diese Annahme trifft jedoch nicht für das
Einstellen der Schieblehre auf dem Röntgen-
bild (unscharfe Konturen) zu. Hierbei muß
mit einem absoluten Maximalfehler von
 $\Delta v = \pm 0,3 \text{ mm}$ gerechnet werden.

$$\boxed{\Delta v = \pm 0,3 \text{ mm}} \quad (2)$$

Bei diesem Wert mußte subjektiv von der eigenen
Ableseungenauigkeit ausgegangen werden.

2.2 Mittelbare Fehler aufgrund der Meßeinrichtung

Mittelbare Fehler sind solche, die sich aus
dem Aufbau der Meßeinheit einerseits und deren
Funktion andererseits ergeben.

Wie in Punkt B 2.2 bereits erwähnt, gilt
nachstehendes Schema für die Anordnung der
Röntgen-Meßapparaturen:

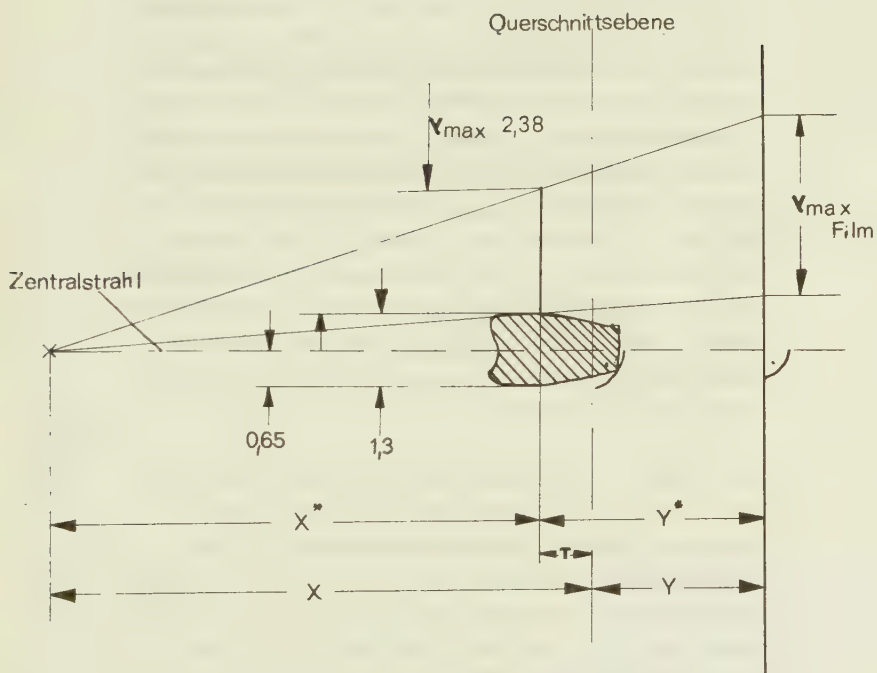


Abbildung 5

Der ungünstigste Fall, das ist der Fall bei dem der größte, mögliche Fehler eintritt, ist dort gegeben, wo der Abstand zwischen Schmelz-Dentin-Grenze und Pulpa am größten wird. Bei dieser Versuchsreihe trifft dies für einen Wert zu (siehe Tabelle 1), der als $\gamma_{\max}$ bezeichnet wird (an Stelle von $\gamma_{\max}$ könnte ebenso $\alpha\beta\delta\epsilon\zeta$ stehen). Für diesen Fall soll also im folgenden die Fehlerbetrachtung durchgeführt werden.

In Tabelle 1 (siehe tabel. Anhang) wurde der Projektionsfehler (vergrößerte Darstellung des Zahnes auf dem Röntgenfilm) durch den pauschalen Faktor 1,3 kompensiert. Letzteres ist natürlich - wie Abb. 5 zeigt - nur dann richtig, wenn $\alpha\beta\gamma\delta\epsilon$ und ζ exakt in ein und derselben Querschnittsebene liegen, die senkrecht zum Zentralstrahl verläuft (γ liegt, wie Abb. 5 zeigt, nicht in einer solchen Ebene).

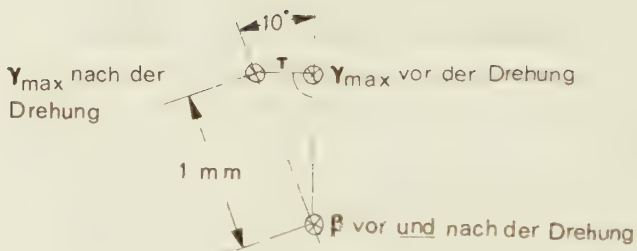
Unter Punkt B 2 wurde bereits beschrieben, daß der jeweils zu verwendende Zahn in einen Silaplast-Quader eingelassen wurde. Da die Morphologie des Zahnes einerseits keine exakte geometrische Zahnachse aufzeigt, und andererseits der Zahn von Hand in das noch weiche Silaplast gesteckt wurde, war er nicht optimal achsengerecht einzurichten.

Der verwendete "pauschale" Projektions-Reduktions-Faktor zur Reduktion des auf dem Film gemessenen Wertes ist deshalb als arithmetisches Mittel aller tatsächlichen Reduktionsfaktoren zu verstehen. Diese Tatsache muß in der Fehlerbetrachtung berücksichtigt werden.

In der Meßanordnung betrugen $x = 110$ mm und $y = 33$ mm.

Wenn $\gamma_{\max} = 2,38$ mm, $x = x^* - \tau$ und $y^* = y + \tau$ ist, dann ergibt sich nachfolgender absoluter Maximalfehler, wobei man τ wie nachfolgend bestimmt:

Die maximale Drehung des Zahnes in der Zeichenebene (Abbildung 6) betrage im ungünstigsten Fall 10° . Damit wird $\gamma_{\max}$ um τ in Richtung auf die Röntgenstrahlenquelle vorgeschoben.



⊗ Strecken orthogonal zur Zeichenebene

Abbildung 6

Genau genommen ist τ als Bogenlänge aufzufassen. Wegen des kleinen Winkels von 10° ist hier die projektive Darstellung statt-haft ($\sin 10^\circ = 0,1736!$).

Der Abstand zwischen β und γ , nämlich 1 mm, ergibt sich aus der Tabelle.

$$\tau = 1 \text{ mm} \cdot \sin 10^\circ = 0,1736 \text{ mm}$$

Maximaler Absolutfehler:

$$\Delta \gamma^*_{\max} = 2,38 \left(1,3 \cdot \frac{x^*}{x^* + y^*} - 1 \right)$$

$$\Delta \gamma^*_{\max} = 0,0037563 \text{ mm} \quad (3)$$

Darüber hinaus ist jedoch nicht nur eine Drehung der Zahnachse in der Zeichenebene (Abb. 5) möglich, sondern man muß außerdem eine zusätzliche Neigung der Zahnachse orthogonal zur Zeichenebene mitberücksichtigen (siehe Abbildung 7).

Hierbei gehe ich von einer beobachteten mittleren Zahntiefe von 6 mm aus.

Die maximale Abweichung von der Senkrechten in dieser Abbildung 7 betrage 10° . Im ungünstigsten Fall ist der Zahn um diese 10° in der Ebene geneigt, deren Projektion als Winkelhalbierende des Winkels η in der Zeichenebene zu liegen kommt, wobei η von den beiden Randstrahlen des Dentinbereichs gebildet wird (siehe Abbildung 8, 9, 10).

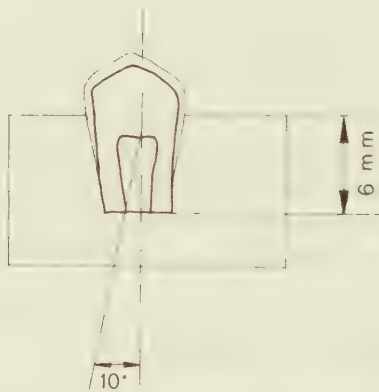


Abbildung 7

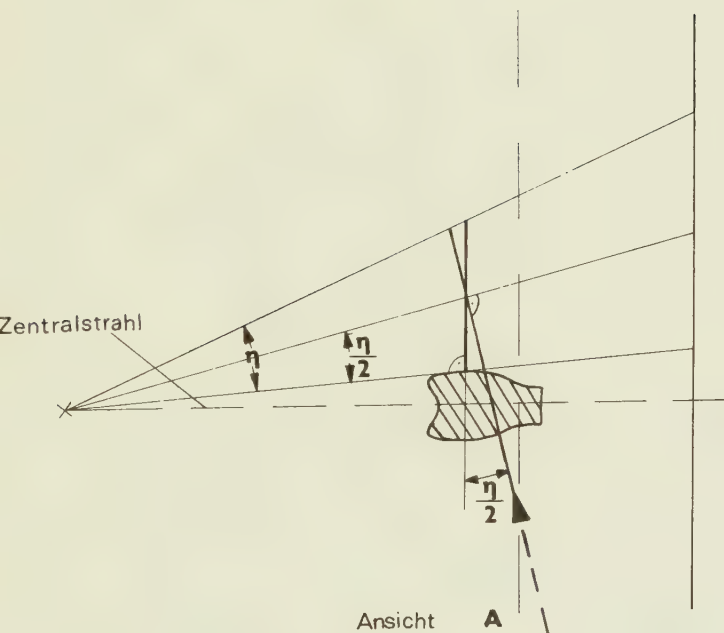


Abbildung 8

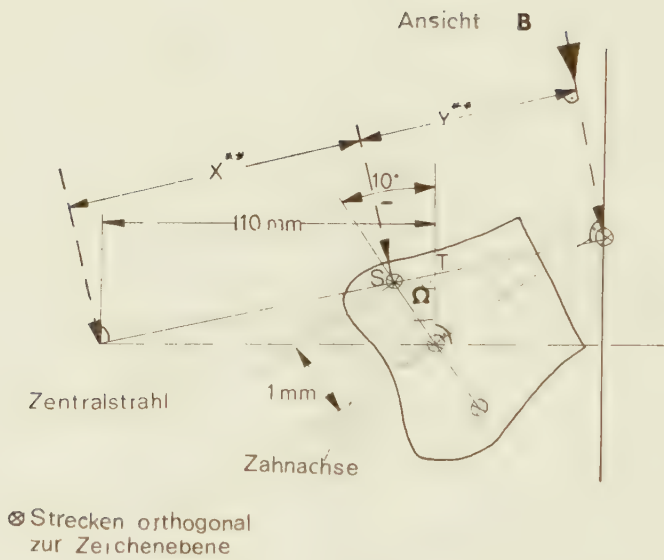


Abbildung 9

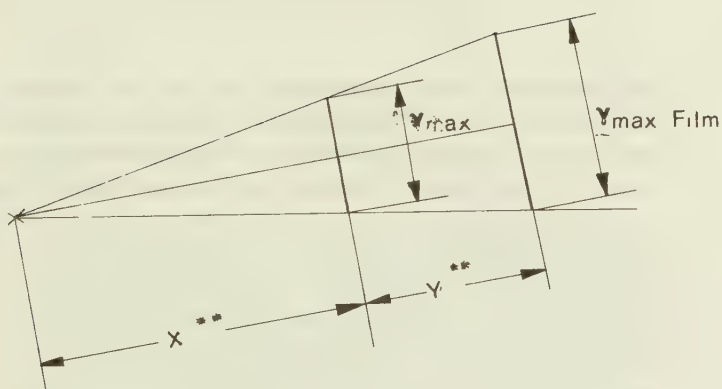


Abbildung 10

Berechnung von x^{**} und y^{**} :

$x^{**} = x - ST$; $y^{**} = y + ST$ (unter der Voraussetzung, daß $\Omega = 90^\circ$).

ST ist nur sehr wenig von 90° verschieden (Fehler hierbei $< 1\%$ abgeschätzt).

$$ST = 1 \text{ mm} \cdot 0,1736 = 0,1736 \text{ mm}$$

$$x^{**} = 109,8264 \text{ mm} \quad (4)$$

$$y^{**} = 33,1736 \text{ mm} \quad (5)$$

Unter Verwendung der Gleichungen (2) und (3)

ergibt sich für $y_{\max}$ nachfolgender absoluter

$$\text{Maximalfehler: } \Delta y^{**\max} = 2,38 \left(1,3 \frac{x^{**}}{x^{**} + y^{**}} \right) - 1 \quad (1)$$

$$\Delta y^{**\max} = - 0,0037562 \text{ mm} \quad (6)$$

Die Fehler in den Gleichungen (3) und (6) dürfen nur dann in diesem Ausmaß angenommen werden, wenn zum einen der Film als absolut eben und orthogonal auf dem Zentralstrahl angenommen werden kann.

Darüber hinaus muß gefordert werden, daß die Kerngröße des verwendeten Films so gering ist, daß hierdurch kein Verwischen der abgebildeten Konturen auftreten kann (diese Tatsache ist beim Paralaxefehler 2.12 berücksichtigt).

Als drittes setzt diese Fehlerbetrachtung voraus, daß keine Beugung der Röntgenstrahlen am abzubildenden Objekt auftritt; dies wäre theoretisch denkbar, da Röntgenstrahlen elektromagnetische Wellen sind. Von dieser Voraussetzung kann man ohne weiteres ausgehen, wenn man bedenkt, daß die Beugung der Wellenlänge direkt proportional ist. Sichtbares Licht hat eine Wellenlänge von

0,4 - 0,8 μ . Für diese Wellenlänge würde bei den Abmessungen nach Abbildung 5 keine Beugung auftreten. Die angewandten Röntgenstrahlen haben eine Wellenlänge von: $\lambda = \frac{h \cdot c}{q \cdot u}$

h = Planck'sches Wirkungsquantum ($6,6252 \cdot 10^{-34}$ W sec)

c = Lichtgeschwindigkeit ($3 \cdot 10^8$ m/sec)

q = Elementarladung ($1,602 \cdot 10^{-19}$ A. sec)

u = angelegte Spannung (50 kV)

$$= \frac{6,6252 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 10^{19} \text{ A.V. sec}^2 \cdot \text{m}}{1,602 \cdot 5 \cdot 10^4 \text{ sec} \cdot \text{sec} \cdot \text{V}}$$

$$= 2,48 \cdot 10^{-11} \text{ m} = 0,0248 \text{ m}\mu$$

Die Wellenlänge der Rö-strahlen unterscheidet sich also um den Faktor $5 \cdot 10^{-4}$ von der des sichtbaren Lichtes. Demzufolge kann die Beugung der Röntgenstrahlen vernachlässigt werden.

Als vierte Voraussetzung muß die Strahlenquelle der Röntgenröhre als punktförmig angenommen werden (punktförmiger geblendeter Kugelstrahler). Die Blende hat für die Fehlerbetrachtung keinen Einfluß, da sie lediglich zur Beseitigung der störenden Randstrahlen und als Strahlenschutz für das Aufnahmepersonal zu verstehen ist.

Diese vier Kriterien sollen für die Fehlerbetrachtung als gegeben angenommen werden.

2.3 Absoluter und relativer Maximalfehler

Um den maximal möglichen absoluten Fehler ΔA einer zusammengesetzten Meßgröße erfassen zu können, ist es notwendig, den Zusammenhang der fehlerhaften Einzelgrößen mit der Meßgröße zu kennen. Während die absoluten Maximalfehler der Gleichungen (1) und (2) bezüglich der Meßgröße unmittelbar abhängig sind, stehen die Fehler der Gleichungen (3) und (6) mit A in funktionellem Zusammenhang.

$$A = \gamma_{\max} \frac{1,3 \cdot x}{143 \text{ mm}}$$

Analoges gilt für den Fehler in Gleichung (6)

$$\Delta A = - \frac{\delta A}{\delta x^*} \cdot \Delta \gamma_{\max}^* - \frac{\delta A}{\delta x^{**}} \cdot \Delta \gamma_{\max}^{**} + \Delta u + \Delta v$$

$$\Delta A = \gamma_{\max}^* \frac{1,3}{143 \text{ mm}} (-0,0037563 \text{ mm}) - \gamma_{\max}^{**} \frac{1,3}{143 \text{ mm}} (0,0037563 \text{ mm}) + 0,05 \text{ mm} + 0,3 \text{ mm}$$

$$\Delta A = 0,0000812 \text{ mm} + 0,0000812 \text{ mm} + 0,05 \text{ mm} + 0,3 \text{ mm}$$

$$\Delta A \approx 0,35 \text{ mm}$$

Da ΔA den absoluten Maximalfehler angibt, folgt daraus für den relativen Maximalfehler:

$$\Delta A_{\text{rel}} = \frac{100 \% \cdot A}{A}$$

$$\Delta A_{\text{rel}} = 14,7 \%$$

Diese Genauigkeit ist bei biologischem Material als gut zu betrachten.

3. Mittelwerte als Folgerungen aus den Ergebnissen von Tabelle 1 (siehe tabellarischer Anhang).

Die 102 Zähne wurden durch die oben beschriebenen Messungen auf die Ausdehnung ihrer Pulpen untersucht. Die Ergebnisse wurden tabellarisch festgehalten und ein maximaler Gesamtfehler von 14,7 % festgestellt. Aus diesen einzelnen Ergebnissen kann man arithmetische Mittelwerte bilden. Die Kenntnis dieser Mittelwerte ist z.B. für die Kavitätenpräparation wichtig, und außerdem von anatomischem Interesse.

3.1 Arithmetisches Mittel der Meßstreckenergebnisse welche für die Kavitätenpräparation bedeutsam sind

Um aus den zu errechnenden Mittelwerten Schlüsse auf die Kavitätenpräparation beim Patienten ziehen zu können, muß man sich nach den Röntgenaufnahmen richten, die auch am Patienten durchzuführen sind, nämlich die Bißflügel-Aufnahme. Davon wiederum sind nur die Werte « $\alpha\beta\gamma$ » und « $\delta\epsilon\zeta$ » von Bedeutung, da sie den Abstand der größten Pulpenausdehnung nach mesial und distal zur Schmelz-Dentin-Grenze darstellen (siehe Abbildung 4).

Wie man aus der Zahnentwicklung und aus dem Wachstum des Gebisses weiß, sind Größe und Ausdehnung der Pulpa stark altersabhängig (HARNDT, 1970).

Im folgenden werden deshalb getrennt nach Altersgruppen die Mittelwerte der Pulpenabmessungen im Approximalbereich an der Bißflügel-Aufnahme bestimmt (siehe Tabelle 2, tabellarischer Anhang).

Der arithmetische Mittelwert $\bar{x}$ einer Meßreihe bestehend aus n Messungen berechnet sich nach der Formel:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{v=1}^n x_v \quad (8)$$

Hierbei sind für $\bar{x}$ die Werte der Meßreihe einzusetzen.

Der Mittelwert $\bar{x}$ liegt so zwischen den Einzelwerten der Meßreihe, daß die Abweichungen

$\Delta x_v = x_v - \bar{x}$ der Einzelwerte vom Mittelwert nach der Methode der "kleinsten Fehlerquadratsumme" ein Minimum bilden.

$$\sum_{v=1}^n x_v = \text{Minimum}$$

3.2 Arithmetische Mittel der übrigen Meßstreckenergebnisse

Darüber hinaus sind die Mittelwerte aller anderen Messungen (Masse, Volumen, Dichte; Abstände Pulpa-Schmelz-Dentin-Grenze; Pulpenausdehnung; Abmessungen in Höhe des Randes der anatomischen Krone; Größe der Pulpenhörner) für anatomisch-morphologische Betrachtungen von

Interesse. Die Werte der Zahnabmessungen sind hierbei individuell bezogen auf den einzelnen Patienten nicht gleich. Die Bestimmung der Mittelwerte trägt aber dazu bei, einen allgemeinen Überblick zu erlangen (siehe Tabelle 3, tabellarischer Anhang).

3.3 Folgerungen aufgrund der Röntgenbilder

Aufgrund der Auswertung der Meßergebnisse der Röntgenbilder ist die bisherige Vermutung über Form und Ausdehnung der Pulpa (siehe Abb. 3) mit Ausnahme des distalen Approximalbereiches der oberen Vierer und Fünfer nicht zutreffend. Die folgenden Aussagen über die Ausdehnung der Pulpa bei den Prämolaren werden durch die Werte λ und κ belegt.

Die Prämolaren des Oberkiefers kann man bezüglich der Form ihrer Pulpen zusammenfassen. Die Werte a , b , c und λ sind für die oberen 4er und 5er sehr ähnlich.

Mesial verläuft die Pulpenkammerwand nahezu geradlinig von bukkal nach palatinal, was der Wert $\lambda \approx 0$ beweist.

Im Gegensatz dazu lassen sich deutlich ausgeprägte disto-bukkale und disto-palatinal Pulpenhörner feststellen. κ erreicht bei den oberen 4ern den Mittelwert von 0,30 mm, bei den oberen 5ern den Wert 0,13 mm. Diese Werte liegen ein Vielfaches über den Werten κ der unteren Prämolaren. Abbildung 11 stellt den

Querschnitt durch einen oberen Prämolaren dar.

Für die Prämolaren des Unterkiefers läßt sich aufgrund des Röntgenbildes von apical folgende Feststellung treffen:

Bei den 4ern verläuft die Pulpa im mesialen Approximalbereich annähernd keilförmig von einer deutlich sichtbaren halbkreisförmigen bukkalen Ausdehnung (ein Pulpenhorn ist nur bukkal zu finden) in einer sich stets verjüngenden Wand zu einem gering ausgedehnten lingualen Pulpenhorn. λ erreicht lediglich Werte im 100stel mm Bereich. Auch die Werte κ im distalen Approximalbereich sind sehr gering. Trotzdem findet sich im disto-bukkalen Bereich ein gering ausgeprägtes Pulpenhorn, da die Pulpa der unteren 4er ungefähr die Form eines Dreiecks mit der Spitze nach lingual annimmt. Dies beweisen die Werte a, b und c von Tabelle 1 und 2. Abbildung 12 verdeutlicht den obigen Text.

Die unteren 5er weisen keine Besonderheiten auf. Ihre Pulpenwände verlaufen nahezu geradlinig. Pulpenhörner sind nicht vorhanden, wie die Werte λ und κ im Zusammenhang mit den Werten a, b und c beweisen.

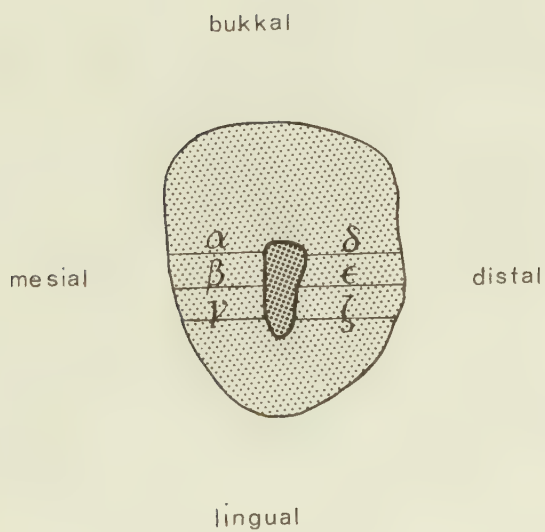


Abbildung 11

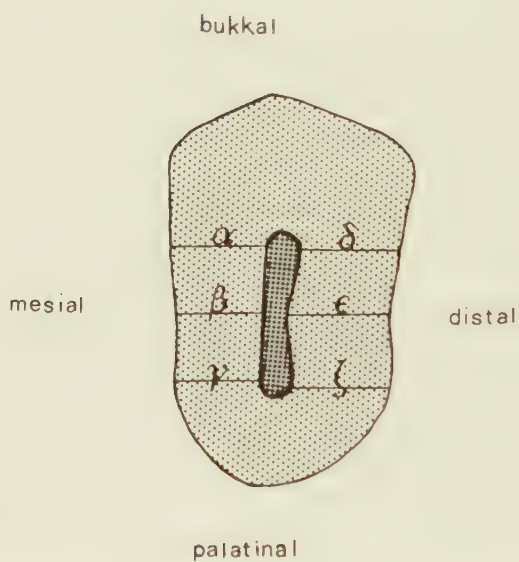


Abbildung 12

Über die Pulpa des jugendlichen und kindlichen Zahnes unter 20 Jahren läßt sich in dieser Arbeit keine endgültige Aussage machen, da in der zur Verfügung stehenden Zeit keine genügend große Anzahl an jugendlichen Zähnen gewonnen werden konnte. Es konnte jedoch gezeigt werden, daß die Pulpa im jugendlichen Alter nach allen Richtungen (mesial, distal, lingual und bukkal) wesentlich größer ist als bei Zähnen von Erwachsenen ab ca. dem 20.ten Lebensjahr (siehe Tabelle 1, tabellarischer Anhang).

Weiterhin kann sich die Pulpa mit zunehmendem Erwachsenenalter durch Sekundärdentinbildung zurückziehen (SAUERWEIN, 1975). Als Extrema an "Pulpengrößen" kann eine punktförmige Aufhellung im Röntgenbild angegeben werden; vereinzelt läßt sich gar keine Pulpa erkennen.

4. Statistische Betrachtung der Ergebnisse

Für viele Fragestellungen reicht die Angabe des arithmetischen Mittelwertes der Zahnabmessungen jedoch nicht aus. Ein Patient kann z.B. als arithmetisches Mittel seiner Prämolarenabmessungen exakt das arithmetische Mittel der untersuchten Meßreihe besitzen. Damit ist in keiner Weise gesagt, wie der einzelne Prämolare dieses Patienten in seinen Abmessungen von diesem Mittelwert abweicht. Folglich ist die Frage der Streuung interessant.

Das für eine Meßreihe charakteristische Merkmal der Streuung ist definiert als:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{v=1}^n \Delta x_v^2} \quad (9)$$

Die Streuung ergibt sich also als quadratischer Mittelwert der Abweichungen der Einzelwerte der Meßreihen vom dazugehörigen arithmetischen Mittelwert (siehe Tabelle 4, tabellarischer Anhang).

5. Streuung nach der Gauß'schen Kurve

Der Begriff der Streuung einer Meßreihe ist unzertrennlich mit einer Normalverteilung (reguläre Verteilung oder auch Gauß'sche Fehlerkurve) verbunden.

Die Streuung σ kennzeichnet sich durch die Breite des Mittelbereichs der Kurve nach Gauß, in den 68 % der gesamten Meßwerte hineinfallen.

Sortiert man die Einzelabmessungen der Zähne in Gruppen, die sich um äquidistante Längen Δx vom Mittelwert unterscheiden, und stellt man die Anzahl ΔN der Zähne fest, die in diese Gruppen fallen, so ergibt sich der Quotient $\frac{\Delta N}{\Delta x}$ (als Funktion der Zahnabmessungen graphisch dargestellt) die Gauß'sche Fehlerkurve (siehe Abbildung 13).

Eine derartige Untersuchung der Meßreihen ist nur für eine genügend große Anzahl von Meßwerten sinnvoll. Da für die Altersgruppen 10 - 15 und 16 - 19 Jahre nur wenig Zähne zur Verfügung standen, erscheint mir die Berechnung einer Streuung für diese Altersgruppen nicht angebracht. Für die einzelnen Altersgruppen stand die in Tabelle 5 (tabellarischer Anhang) aufgeführte Anzahl an Zähnen zur Verfügung.

Bei diesen Untersuchungen konnte festgehalten werden, daß mit dem 20. Lebensjahr die Zähne annähernd ausgewachsen sind. Die Berechnung einer Streuung ist daher für Zähne älter als 20 Jahre indiziert.

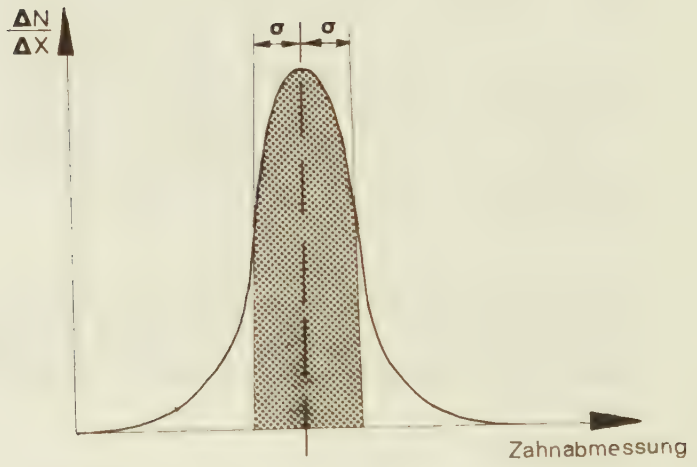


Abbildung 13

Teil D

Diskussion

1. Folgerungen aus der Statistik

Aus Tabelle 4 (siehe tabellarischer Anhang) unter Punkt D 2.1, die die σ -Werte enthält, sollen Schlüsse gezogen werden, die die maximale oder minimale Abweichung vom Mittelwert $\bar{x}$ angeben.

Zunächst sollen die einzelnen Zahngruppen im Zusammenhang besprochen werden.

Bei allen Zahngruppen kann man die beste Übereinstimmung aller Prämolaren in ihrer Dichte entdecken. Die σ -Werte schwanken lediglich von 0,05 bis 0,16 mm und gehören somit bei jeder Zahngruppe zu den niedrigsten σ -Werten.

Im Gegensatz dazu ist festzustellen, daß im σ -Bereich unter d (Ausdehnung der Pulpa in bukkolingualer Richtung) ein Maximum zu finden ist. Hier ist also die geringste Übereinstimmung der Gruppen untereinander.

Weiterhin läßt sich feststellen, daß innerhalb der jeweiligen Zahngruppen die σ -Werte unter a, b, c relativ niedrig sind und damit nur einer geringen Abweichung um den Mittelwert unterliegen. Man kann daher die Pulpa selbst in ihrer Mesial-Distal-Ausdehnung als typisch für die jeweilige Art des Prämolaren angeben.

Im folgenden sollen die Zahngruppen einzeln abgehandelt werden:

Bei der Gruppe der unteren 4er ist festzustellen, daß σ zwischen 0,21 und 0,33 mm schwankt bis auf einen hervorstechenden Wert 0,1 mm der Meßreihe « α, β, γ » der Bißflügel-Aufnahme.

Für die unteren 5er sind keine besonderen Auffälligkeiten anzugeben, außer einem ziemlich gering schwankenden Wert für das Mittel der Volumina, was sich auch für die Gruppen der oberen 4er und 5er sagen läßt.

Bei den oberen 4ern ist eine deutliche Auffälligkeit festzustellen, der die Meßreihe γ und ζ anbelangt. Während γ relativ gering streut, erreicht unter ζ der Streuwert σ ein Maximum.

Die Auswirkung der Streuung wird durch die nachstehende Zeichnung verdeutlicht (siehe nächste Seite).

Für die Gruppe der oberen 5er sind außer den bereits genannten keine weiteren Besonderheiten feststellbar.

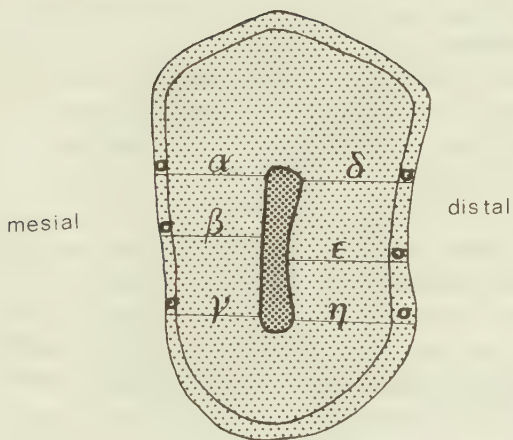


Abbildung 14

2. Folgerungen für die Kavitäten- und Kronenpräparation

Praktisches Ziel dieser Arbeit soll sein, die Auswirkungen der Pulpenhörner im Approximalebereich auf die Kavitäten- und Kronenpräparation darzustellen.

Die Anwendung der strengen Kastenpräparation nach BLACK oder der Scheibenschliff-Präparation, die in der Tiefe der Kavität ebenfalls die Kastenform zugrunde liegen hat, können bei der Behandlung einer caries profunda zur Eröffnung der Pulpa führen (SAUERWEIN, 1975).

Insbesondere gilt dies für die oben genannten distalen Pulpenhörner der oberen Prämolaren (siehe Abbildung 11), was durch Abbildung 15 verdeutlicht wird.

JÖRGENSEN (1964) schlägt eine Abweichung von der klassischen Präparation vor. Entsprechend der Krümmung der approximalen Oberfläche verläuft die axiale Wand bei größeren Kavitäten leicht gewölbt. Die Gefahr, ein Pulpenhorn anzuschneiden, besteht bei dieser Präparationstechnik praktisch nicht.

Im Hinblick auf die Kronenpräparation wurden ähnliche Untersuchungen wie in dieser Arbeit von KÜHL und HUGEL (1972) über obere Frontzähne und Prämolaren und von KÜHL und SCHAAF (1971) über untere Frontzähne und Prämolaren durchgeführt. Sie versuchten mit Hilfe von Horizontalschnitten durch oben genannte Zähne und die entsprechenden Messungen korrelative Zusammenhänge zwischen vestibulären und approximalen Kronen-

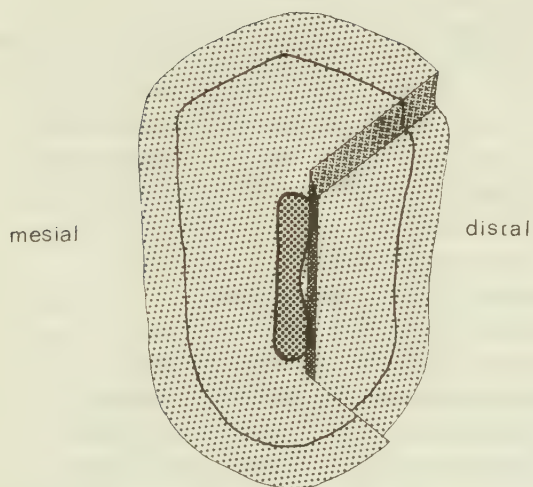


Abbildung 15

wandstärken zu finden. Ein zufriedenstellendes Ergebnis konnte aber in beiden Untersuchungen nicht erzielt werden. Das Risiko einer unerwünschten Pulpenschädigung insbesondere bei der Präparation von Verblendkronen kann daher nur dann umgangen werden, wenn man vestibulär vom geringsten Abstand zwischen Pulpa und Zahnoberfläche ausgeht. Entsprechende Untersuchungen führte KÜHL (1966) durch.

Dem Zahnarzt steht bei der Behandlung lediglich die Bißflügel-Aufnahme zur Verfügung, die aufgrund von Überlagerungen teils vergrößerte, teils verkleinerte Abstände von der Schmelz-Dentin-Grenze zur Pulpa liefert. Nach den groben Umrissen des Röntgenbildes konnte man für das Pulpenkavum die gleiche Form angeben wie für die Zahnoberfläche oder die Begrenzung des Dentins zum Schmelz. Dies trifft allerdings nur annäherungsweise zu, da sich die Wandstärken des Dentins in den einzelnen Abschnitten unterscheiden.

Bei der Bißflügel-Aufnahme, besonders bei Prämolaren entstehen folgende Verschiebungen: Das okklusale Pulpenhorn ist in Wirklichkeit weiter von der Schmelz-Dentin-Grenze entfernt; es wird nur so weit nach okklusal projiziert. Im Approximalbereich ist jedoch der Abstand zwischen Pulpa und Schmelz-Dentin-Grenze kleiner. Diese Verschiebungen kommen dadurch zustande, daß die Rundung der Pulpenkammerwand durch davor- und dahinterliegende Dentinteile verdeckt wird (HARNDT, 1970).

Teil E

Zusammenfassung

Aufgabe dieser Arbeit war es, die Ausdehnung der Pulpa im Approximalbereich für eine gefahrenlosere Kavitätenpräparation bei Prämolaren des Ober- und Unterkiefers zu bestimmen.

Es wurden 102 Prämolaren gesammelt, die unbeschädigt oder nur mit kleinen Füllungen versehen waren.

Ihre Einteilung erfolgte in vier Gruppen:

Unten 4, unten 5, oben 4, oben 5.

Jede dieser Zahngruppen wurde in Altersgruppen eingeteilt: 10 - 15 Jahre, 16 - 19 Jahre, 20 - 25 Jahre, ab 26 Jahre.

Es wurden von jedem Zahn Masse, Volumen und Dichte bestimmt.

Nach Abtrennung der Wurzeln zur Vermeidung von Überlagerungen wurden von jedem Prämolaren zwei Röntgenbilder aufgenommen: Das eine senkrecht zur Längsachse des Zahnes (sog. Bißflügel-Aufnahme, die auch am Patienten möglich ist), das andere in Richtung der Längsachse ergibt ein Bild des Zahnes in seinem Querschnitt (am Patienten nicht möglich).

An jedem Röntgenbild wurde an verschiedenen Stellen der Abstand zwischen Schmelz-Dentin-Grenze und Pulpa gemessen (siehe Abbildung 2, 3, 4).

Die Meßergebnisse mußten durch den Faktor 1,3 dividiert werden, da das Röntgenbild eine um soviel vergrößerte Darstellung lieferte.

Sämtliche Ergebnisse wurden in Tabelle 1 (siehe tabellarischer Anhang), nach Zahn- und Altersgruppen geordnet, übersichtlich zusammengestellt.

Aufgrund einer Fehlerbetrachtung ergab sich ein relativer Maximalfehler von 14,7 %.

Um aus diesen Ergebnissen Schlüsse auf die Kavitätenpräparation ziehen zu können, wurden die Mittelwerte aller Meßreihen gebildet und in Tabelle 2 und 3 (siehe tabellarischer Anhang) festgehalten.

Die Streuung σ in Tabelle 4 gibt die Abweichungen der Einzelwerte der Meßreihen vom dazugehörigen Mittelwert an. In der Gauß'schen Fehlerkurve kennzeichnet sich die Streuung durch die Breite des Mittelbereichs der Kurve, in den 68 % der gesamten Meßreihe hineinfallen. Diese Untersuchung konnte nur für die adulte Pulpa ab 20 Jahren durchgeführt werden. In den darunterliegenden Altersgruppen stand keine genügend große Anzahl von Zähnen und damit Meßwerten zur Verfügung. Die geringsten Streuungswerte liegen in der Mesial-Distal-Ausdehnung der Pulpa selbst und in den Werten für die Dichte der Prämolaren. Die maximale Streuung findet sich in der Bukkal-Lingual-Abmessung der Pulpa.

Die jugendliche Pulpa übertrifft die adulte an Größe und Ausmaß bei weitem. Ab etwa dem 20. Lebensjahr kann die Pulpa als ausgewachsen bezeichnet werden.

Die Pulpa der ersten unteren Prämolaren verjüngt sich auf ihrer mesialen Seite von bukkal nach lingual geradlinig. Nur auf der disto-bukkalen Seite der Pulpa ist ein Pulpenhorn angedeutet (siehe Abbildung 12).

Die Pulpa der zweiten unteren Prämolaren weist keine Besonderheiten auf. Ihre Wände verlaufen nahezu geradlinig. Pulpenhörner sind nicht vorhanden.

Ebenso sind bei den Prämolaren des Oberkiefers mesial keine Pulpenhörner feststellbar. Hier verläuft die Pulpenwand kontinuierlich von bukkal nach lingual. Anders verhält sich der Verlauf der Pulpa der oberen Prämolaren distal. Hier findet man sowohl disto-bukkal als auch disto-palatinal ein deutlich ausgeprägtes Pulpenhorn (siehe Abbildung 11).

Diese Feststellung verlangt vom Behandelnden besondere Sorgfalt bei der Präparation in diesem Bereich.

Teil F

Tabellarischer Anhang

(Bezeichnungen der Meßstrecken im Text)

Tabelle 1: Meßergebnisse

Meßstrecken	α	β	γ	$\langle \alpha\beta\gamma \rangle$	$\langle \alpha\beta\gamma \rangle$	δ	ϵ	ζ	$\langle \alpha\epsilon\zeta \rangle$	$\langle \delta\epsilon\zeta \rangle$
Gruppe I										
Erster unterer Prämolär										
Alter	16 - 19 Jahre									
1	1,62	1,46	1,23	1,54	1,46	1,81	1,92	1,85	1,77	1,81
2	1,85	2,00	1,88	1,92	1,77	1,62	1,69	1,31	1,88	1,77
3	1,85	1,88	1,65	1,69	1,69	1,35	1,35	1,92	1,77	1,77
4	2,23	2,46	1,85	1,85	1,50	1,08	1,08	0,85	1,81	1,81
Alter	20 - 25 Jahre									
5	1,54	1,46	1,38	1,92	1,62	1,96	2,15	1,96	2,15	1,96
6	2,12	--	--	2,04	2,15	1,50	--	--	1,77	1,77
7	1,92	1,85	1,58	2,04	1,69	1,73	1,77	1,50	2,04	1,77
Alter	ab 20 Jahren									
8	1,88	1,35	1,42	1,92	1,13	2,12	1,85	2,00	1,69	1,69
9	1,96	1,69	0,77	2,04	2,04	2,01	1,88	1,69	2,54	2,54
10	1,50	1,58	1,62	1,92	1,70	1,85	1,85	1,88	1,92	1,92
11	1,46	1,27	0,85	2,12	1,80	2,23	2,37	2,23	2,35	2,35
12	1,69	1,65	1,69	1,96	1,17	1,54	1,85	1,46	2,54	2,54
13	1,88	1,96	1,88	2,15	1,70	1,85	2,15	2,27	2,23	2,23

Rstrecken	α	β	γ	«αβγ»	«αβγ»	δ	ε	ζ	«δεζ»	«δεζ»
14	2,15	2,15	2,38	2,84	2,53	2,31	2,07	2,31	2,46	2,27
15	1,92	1,85	1,77	2,02	1,88	1,81	1,81	1,81	2,23	1,77
16	1,50	2,32	1,42	1,62	1,38	1,23	1,31	1,58	1,88	1,46
17	1,92	2,12	1,69	1,54	1,88	1,88	1,88	1,85	2,15	2,00
18	2,04	2,04	1,85	2,23	1,85	2,27	2,27	2,32	2,23	1,96
19	1,88	1,88	1,77	1,96	1,77	1,77	1,77	1,88	2,35	1,77
20	1,96	1,96	1,81	2,23	1,85	1,88	1,88	1,85	2,08	1,85
21	1,54	1,54	1,31	2,04	1,69	1,85	1,96	1,73	1,85	1,65
22	1,38	1,31	1,15	1,69	1,46	1,81	1,92	1,77	1,88	2,23
23	1,69	1,69	1,92	2,35	2,00	2,08	2,08	2,23	2,50	2,45
24	1,77	1,77	1,77	1,92	1,81	2,32	2,27	1,92	2,08	1,77
25	1,46	1,58	1,23	2,00	1,85	1,62	1,62	1,42	1,92	1,96
26	1,50	1,46	1,15	1,85	1,77	2,19	2,19	1,85	1,92	1,65
27	1,77	1,81	1,50	2,27	2,04	1,96	2,23	1,88	2,08	--
28	1,65	1,85	1,69	2,42	1,92	2,27	2,32	2,38	2,65	1,96
29	2,00	1,88	1,50	2,15	1,88	2,00	2,00	1,85	1,46	1,96
30	1,92	2,32	1,85	2,27	1,92	1,81	1,65	1,46	1,96	1,96
31	1,88	--	--	--	--	2,00	--	--	--	--
32	1,85	1,92	1,46	2,00	1,85	2,08	2,23	2,53	2,46	2,04
33	1,42	1,42	1,23	1,54	1,69	2,23	2,08	1,85	2,15	1,88
34	1,69	1,62	1,42	1,85	1,77	2,00	2,00	2,00	1,96	1,85
35	1,62	1,46	1,38	1,73	1,46	1,88	1,88	1,69	1,20	1,77
36	1,77	1,85	1,69	2,38	1,92	1,77	1,77	1,77	2,08	1,85

Gruppe II Zweiter unterer Prämolare

Alter 10 - 15 Jahre

37	1,77	1,77	1,69	2,12	1,77	2,04	1,88	1,77	2,04	1,85
38	1,81	1,96	1,96	2,04	1,77	2,00	1,85	2,15	2,31	2,00

Alter 16 - 19 Jahre

39	1,42	1,42	1,42	1,77	1,42	2,08	2,15	2,38	1,77	1,65
40	1,69	1,69	1,69	1,96	1,69	1,77	1,85	1,69	1,85	1,73
41	1,77	1,77	1,77	1,88	1,65	2,04	1,88	2,12	2,08	1,58

Meßstrecken	α	β	γ	$\langle\alpha\beta\gamma\rangle$	$\langle\alpha\beta\gamma\rangle$	δ	ε	ζ	$\langle\delta\varepsilon\zeta\rangle$	$\langle\delta\varepsilon\zeta\rangle$
Alter	20 - 25 Jahre									
42	1,81	1,81	1,62	2,08	1,54	1,85	1,85	1,62	2,15	1,54
43	1,88	1,88	1,73	2,04	1,62	1,69	1,69	1,42	1,96	1,54
44	1,62	1,27	1,27	1,81	1,69	2,15	1,69	1,85	2,00	1,62

Alter	ab 26 Jahren									
45	1,35	1,38	1,23	2,04	1,69	2,32	2,32	2,15	2,23	2,04
46	1,46	1,88	1,69	1,92	1,46	1,50	1,85	1,62	1,88	1,46
47	1,50	1,50	1,42	1,58	1,27	1,50	1,88	1,65	1,88	1,50
48	1,69	1,69	1,69	1,88	1,62	1,85	1,92	1,61	1,88	1,69
49	2,31	2,08	1,85	2,04	1,88	1,50	1,62	1,42	1,65	1,88
50	1,65	1,62	1,77	2,00	1,69	1,54	1,54	2,08	2,15	2,00
51	1,77	1,77	1,69	1,85	1,62	1,77	1,88	1,46	2,23	1,77
52	1,88	1,88	1,46	2,08	1,81	1,92	2,32	1,85	2,04	1,69
53	1,81	2,04	1,54	2,46	2,00	1,69	1,88	1,46	2,54	2,04
54	2,08	1,85	1,85	2,62	2,08	2,32	2,32	2,32	2,58	2,08
55	1,50	1,46	1,46	1,92	1,46	1,77	1,77	1,46	1,92	1,46
56	1,81	1,85	1,77	2,08	1,73	1,81	1,81	1,77	2,15	1,81

Gruppe III

Erster oberer Prämolär

Alter	10 - 15 Jahre									
57	1,38	--	1,62	1,69	1,38	2,04	--	1,81	1,77	1,62
58	1,42	1,35	1,62	1,73	1,62	1,88	1,77	1,65	1,77	1,54
59	1,38	1,42	1,27	1,50	1,46	1,85	1,92	1,77	1,50	1,54

Alter	16 - 19 Jahre									
60	1,81	1,69	1,69	1,65	1,62	1,42	1,38	1,31	1,77	1,62
61	1,27	1,12	1,12	1,77	1,50	1,96	2,08	2,15	1,96	1,54
62	1,54	--	1,69	1,77	1,50	1,81	--	1,73	1,69	1,54
63	1,58	--	1,62	1,77	1,58	2,08	--	1,81	1,85	1,58

Meßstrecken	α	β	γ	$\langle\alpha\beta\gamma\rangle$	$\langle\alpha\beta'\gamma\rangle$	δ	ϵ	ζ	$\langle\delta\epsilon,\zeta\rangle$	$\langle\delta'\epsilon,\zeta\rangle$
-------------	----------	---------	----------	-----------------------------------	------------------------------------	----------	------------	---------	--------------------------------------	---------------------------------------

Alter 20 - 25 Jahre

64	1,35	1,85	1,73	2,04	1,77	2,12	1,81	2,31	2,00	1,54
65	1,77	1,85	1,65	2,19	1,62	1,65	1,65	1,46	1,88	1,62
66	1,54	1,54	1,54	1,58	1,69	1,69	1,69	1,50	2,00	1,46
67	1,77	1,77	1,65	2,54	2,00	1,77	1,65	1,38	2,54	2,00
68	1,65	1,50	1,50	1,81	1,62	1,96	2,15	1,88	1,81	1,62

Alter ab 26 Jahren

69	1,58	1,69	1,69	1,69	1,42	1,50	1,38	1,27	1,81	1,58
70	1,54	1,42	1,46	1,92	1,38	1,88	1,88	1,73	1,92	1,50
71	2,15	2,15	1,46	1,96	1,62	2,32	2,32	2,12	2,27	2,08
72	1,73	1,62	1,69	1,05	1,65	1,73	1,85	1,65	1,81	1,31
73	1,58	--	--	--	--	1,96	--	--	--	--
74	2,00	2,00	1,81	1,85	1,81	1,77	1,88	1,50	1,73	1,54
75	1,50	1,50	1,50	1,54	1,54	1,81	1,81	1,69	1,69	1,54
76	1,92	1,92	1,85	2,08	1,92	1,96	2,08	1,69	1,92	1,85
77	1,81	1,65	1,62	2,12	1,73	2,32	2,32	2,32	2,00	1,85
78	1,96	--	--	2,00	1,50	2,32	1,69	2,32	2,15	2,08
79	1,62	1,38	1,62	1,77	1,77	1,69	2,04	1,85	1,81	1,35

Gruppe IV Zweiter oberer Prämolare

Alter 16 - 19 Jahre

80	1,54	1,69	1,42	1,62	1,58	1,54	1,77	1,62	1,77	1,46
81	1,54	1,54	1,38	1,62	1,15	1,73	1,96	1,85	1,92	1,69
82	1,42	1,42	1,38	1,62	1,31	1,46	1,77	1,69	1,88	1,65
83	1,46	--	--	1,69	1,69	1,65	--	--	2,00	1,62

Meßstr.	α	β	γ	$\alpha\beta\gamma$	$\alpha\beta\gamma$	δ	ϵ	ζ	$\delta\epsilon\zeta$	$\delta\epsilon\zeta$
---------	----------	---------	----------	---------------------	---------------------	----------	------------	---------	-----------------------	-----------------------

Alter

20 - 25 Jahre

84	1,46	1,54	1,62	1,69	1,62	1,58	1,69	1,65	1,81	1,69
85	1,69	1,85	1,81	1,69	1,62	1,31	1,54	1,35	1,69	1,69
86	1,46	1,50	1,50	1,69	1,35	1,46	1,85	1,62	1,69	1,46
87	1,46	1,38	1,31	1,69	1,38	1,62	1,88	1,73	2,00	1,69
88	1,46	1,46	1,46	1,62	1,62	1,31	1,38	1,23	1,77	1,31

Alter

ab 26 Jahren

89	1,42	1,50	1,50	1,69	1,42	1,77	2,00	1,88	1,77	1,42
90	1,31	1,12	1,04	1,62	1,31	1,23	1,23	1,23	1,69	1,42
91	1,50	1,88	1,69	1,96	1,81	1,81	2,32	2,12	2,23	1,81
92	1,27	--	--	1,73	1,46	1,69	--	--	1,69	1,27
93	1,50	1,62	1,50	2,19	1,42	1,54	1,42	1,42	1,58	1,27
94	1,62	1,81	1,69	1,92	1,73	1,54	1,77	1,62	1,88	1,54
95	1,50	1,23	1,31	1,73	1,65	2,00	2,02	2,00	1,88	1,65
96	2,08	2,08	1,88	2,00	1,65	1,62	1,62	1,54	2,15	2,08
97	1,50	1,50	1,50	1,81	1,62	1,69	2,04	1,69	1,88	1,62
98	1,69	1,46	1,35	1,77	1,65	2,23	2,35	2,15	2,15	1,81
99	1,23	1,23	1,42	1,58	1,42	1,69	2,00	1,81	2,00	1,58
100	1,77	2,00	1,85	2,00	1,88	1,85	2,19	1,88	1,88	1,77
101	1,62	0,69	0,69	1,92	1,54	2,12	2,04	1,88	2,04	1,88
102	1,54	1,54	1,50	1,88	1,73	1,77	2,04	1,88	2,00	1,62

Meßstr.	λ	κ	M	V	ρ	a	b	c	d
Gruppe I									
Erster unterer Prämolare									
Alter 16 - 19 Jahre									
1	o	0,04	0,61	0,27	2,26	0,85	--	0,54	1,81
2	o	0,15	0,88	0,43	2,05	1,00	0,85	0,81	2,46
3	0,08	0,08	0,62	0,28	2,21	1,04	0,81	0,85	1,85
4	0,15	0,23	0,88	0,42	2,10	1,69	--	0,88	2,42
Alter 20 - 25 Jahre									
5	o	0,15	0,88	0,41	2,15	0,88	0,62	0,38	2,08
6	o	o	0,98	0,45	2,18	--	1,27	--	1,23
7	o	0,23	0,91	0,42	2,17	0,85	0,54	0,42	2,27
Alter ab 26 Jahren									
8	o	o	0,81	0,37	2,19	0,65	1,04	0,65	1,15
9	o	o	0,93	0,43	2,16	0,58	0,65	0,54	2,65
10	0,15	o	0,97	0,43	2,26	0,69	0,54	0,54	1,31
11	0,23	0,31	1,05	0,48	2,18	1,00	0,62	0,69	2,23
12	0,08	0,23	0,72	0,34	2,12	1,00	0,69	0,65	1,96
13	o	0,08	1,01	0,46	2,19	0,73	--	0,46	1,31
14	o	o	1,25	0,58	2,16	0,69	--	0,31	1,27
15	o	0,08	0,84	0,39	2,15	--	0,62	--	0,46
16	o	o	0,98	0,46	2,13	0,92	0,92	0,62	1,85
17	0,23	0,04	0,65	0,29	2,24	0,75	0,62	0,69	2,35
18	o	o	0,62	0,21	2,95	--	0,46	--	1,38
19	o	0,15	1,20	0,54	2,22	0,96	0,69	0,62	1,92
20	o	o	0,89	0,39	2,28	--	0,69	--	1,19
21	o	0,08	0,77	0,36	2,14	0,96	0,81	0,62	2,15
22	o	o	0,95	0,44	2,16	0,69	0,65	0,58	2,08
23	o	o	1,00	0,45	2,22	--	0,62	--	0,85

Meßstr.	λ	κ	M	V	ρ	a	b	c	d
24	0,04	0	0,87	0,40	2,16	0,62	0,58	0,54	2,15
25	0	0,15	0,90	0,42	2,14	1,12	0,92	1,12	2,04
26	0,08	0	0,94	0,44	2,14	0,92	0,77	0,85	2,38
27	0	0,23	1,04	0,47	2,21	0,46	0,38	0,69	2,00
28	0,08	0,08	1,07	0,50	2,14	0,69	0,42	0,50	2,23
29	0	0	1,00	0,47	2,13	0,85	0,81	0,77	1,62
30	0,31	0	1,09	0,50	2,18	0,85	0,58	0,38	3,23
31	0	0	1,14	0,51	2,24	--	0,31	--	0,38
32	0,15	0,08	1,05	0,50	2,10	0,69	0,62	0,62	3,08
33	0	0	0,94	0,43	2,19	0,62	0,54	0,54	1,19
34	0	0,15	0,94	0,42	2,24	0,54	0,31	0,46	1,19
35	0,08	0,08	0,97	0,43	2,26	0,81	--	0,62	2,08
36	0	0,08	0,98	0,55	1,78	0,69	0,62	0,65	1,69

Gruppe II

Zweiter unterer Prämolare

Alter

10 - 15 Jahre

37	0	0	1,14	0,57	2,00	1,23	1,12	1,12	2,62
38	0	0,15	1,15	0,56	2,05	1,42	0,88	0,62	1,96

Alter

16 - 19 Jahre

39	0,04	0,15	0,94	0,46	2,04	0,85	--	0,38	2,46
40	0,08	0,08	0,77	0,36	2,14	0,69	0,62	0,77	1,85
41	0	0	0,79	0,35	2,25	1,04	0,58	0,38	1,69

Alter

20 - 25 Jahre

42	0	0	0,97	0,45	2,16	0,65	0,65	0,46	2,54
43	0,04	0,08	1,03	0,47	2,19	0,73	0,62	0,65	2,27
44	0	0	0,79	0,37	2,14	--	1,19	--	1,42

Meßstr.	λ	κ	M	V	ρ	a	b	c	d
Alter	ab 26 Jahren								
45	o	0,08	0,99	0,45	2,20	0,58	0,46	0,81	2,50
46	o	0,08	0,80	0,40	2,00	0,81	0,58	0,54	2,73
47	o	0,08	1,03	0,46	2,24	0,69	0,65	0,96	2,69
48	o	0,04	1,11	0,49	2,27	0,69	0,58	0,69	2,62
49	o	o	1,04	0,49	2,12	0,73	0,65	0,73	2,12
50	o	o	1,00	0,45	2,22	0,62	0,50	--	--
51	0,08	0,15	0,89	0,40	2,23	0,88	0,65	0,73	2,27
52	0,08	0,23	1,15	0,52	2,21	0,77	0,58	1,23	3,15
53	o	0,08	1,16	0,55	2,11	0,58	0,42	0,46	2,42
54	o	o	1,73	0,77	2,25	0,73	--	0,73	1,65
55	o	o	1,01	0,46	2,20	0,73	0,73	0,69	2,50
56	0,04	0,08	1,02	0,47	2,17	0,92	0,77	0,88	2,62

Gruppe III Erster oberer Prämolär

Alter	10 - 15 Jahre								
57	--	--	--	--	--	1,15	--	0,69	3,69
58	o	0,15	1,36	0,58	2,34	1,23	0,92	1,00	3,69
59	o	0,23	1,22	0,55	2,22	1,08	1,00	0,96	3,77

Alter	16 - 19 Jahre								
60	0,08	0,15	1,02	0,48	2,13	0,85	0,50	0,46	2,38
61	o	0,08	0,99	0,46	2,15	1,08	0,96	0,65	2,38
62	--	--	--	--	--	0,69	--	0,62	2,88
63	--	--	--	--	--	0,96	--	0,92	3,62

Meßstr.	λ	κ	M	V	p	a	b	c	d
Alter	20 - 25 Jahre								
64	0,15	--	--	--	--	0,65	0,35	0,69	2,73
65	0	0,15	0,97	0,47	2,06	0,69	0,42	0,58	2,96
66	0	0,23	0,95	0,44	2,16	0,69	0,38	0,46	2,77
67	0,08	0,23	0,94	0,35	2,69	0,65	0,38	0,65	3,00
68	0	0,23	1,17	1,56	2,09	0,73	--	0,62	3,85

Alter	ab 26 Jahren								
69	0	0	0,56	0,27	2,07	0,81	--	0,54	1,88
70	0	0,23	1,20	0,53	2,26	0,85	--	0,65	2,92
71	0	0,31	1,13	0,51	2,22	0,50	--	0,50	3,19
72	0	0,46	1,22	0,56	2,18	0,69	0,54	0,69	3,69
73	--	--	1,09	0,48	2,27	--	0,65	--	0,42
74	0	0,54	1,02	0,47	2,17	0,85	0,46	0,73	4,27
75	0	0,31	1,18	0,53	2,23	0,69	0,38	0,54	2,92
76	0	0,62	1,12	0,50	2,24	0,81	0,58	0,69	4,81
77	0	0,23	0,88	0,36	2,44	0,69	--	0,42	3,38
78	0	0	--	--	--	--	--	--	--
79	0	0,31	0,85	0,39	2,18	0,88	0,50	0,73	3,50

Gruppe IV Zweiter oberer Prämolare

Alter	16 - 19 Jahre								
80	0,08	0,08	0,85	0,38	2,24	0,65	0,58	0,73	2,77
81	0,08	0,15	1,10	0,47	2,34	0,73	0,62	0,73	3,50
82	0,08	0,08	0,81	0,36	2,25	0,65	0,62	0,73	2,96
83	--	--	--	--	--	0,96	--	--	3,42

Meßstr.	λ	κ	M	V	ρ	a	b	c	d
Alter	20 - 25 Jahre								
84	o	0,08	0,93	0,42	2,21	0,54	0,46	0,50	3,23
85	o	o	1,06	0,49	2,16	0,85	--	0,62	3,04
86	o	0,08	1,00	0,46	2,17	0,85	0,58	0,65	2,73
87	o	0,23	0,93	0,43	2,16	0,62	--	0,46	3,35
88	o	0,08	0,96	0,43	2,23	0,73	0,65	0,54	3,00

Alter	ab 26 Jahren								
89	0,08	0,15	1,10	0,49	2,24	0,69	0,62	0,58	3,23
90	0,08	o	0,45	0,22	2,05	0,85	0,85	1,04	1,85
91	0,08	0,08	1,07	0,51	2,10	0,85	0,65	0,85	3,31
92	--	--	--	--	--	0,92	--	--	3,88
93	o	0,08	1,03	0,46	2,24	0,62	0,65	0,77	3,15
94	0,08	0,15	0,95	0,45	2,11	0,58	0,42	0,46	3,42
95	o	--	--	--	--	0,58	0,46	0,50	2,81
96	0,15	0,08	1,37	0,64	2,14	0,65	0,50	0,50	4,88
97	o	0,23	1,07	0,47	2,22	0,69	0,54	0,58	3,23
98	o	0,08	1,29	0,60	2,15	0,65	0,54	0,65	4,88
99	o	0,31	1,09	0,49	2,22	0,73	0,50	0,62	3,42
100	0,08	0,31	1,49	0,68	2,19	0,77	0,38	0,69	4,81
101	o	o	0,83	0,39	2,12	0,85	1,19	0,77	2,38
102	0,08	0,08	0,77	0,35	2,20	0,62	0,50	0,54	3,73

Tabelle 2: Mittelwerte $\bar{x}$

Meßstrecken	α	β	γ	$\langle\alpha\beta\gamma\rangle$	$\langle\alpha\beta'\gamma\rangle$	δ	ϵ	ζ	$\langle\delta\epsilon, \zeta\rangle$	$\langle\delta\epsilon', \zeta\rangle$
Gruppe I										
Erster unterer Prämolär										
Alter	16 - 19 Jahre									
$\bar{x}$	1,45	1,51	1,48	1,79	1,61	1,89	1,95	1,65	1,75	1,65
Alter	20 - 25 Jahre									
$\bar{x}$	1,73	1,96	1,73	1,99	1,82	1,86	1,66	1,48	2,00	1,65
Alter	ab 26 Jahren									
$\bar{x}$	1,96	1,99	1,91	2,10	1,78	1,75	1,77	1,54	2,04	1,90
Gruppe II										
Zweiter unterer Prämolär										
Alter	10 - 15 Jahre									
$\bar{x}$	1,79	1,87	1,83	2,08	1,77	2,02	1,87	1,96	2,18	1,90
Alter	16 - 19 Jahre									
$\bar{x}$	1,63	1,63	1,63	1,87	1,59	1,96	2,06	1,90	1,65	
Alter	20 - 25 Jahre									
$\bar{x}$	1,77	1,65	1,54	1,98	1,62	1,90	1,74	1,63	2,04	1,65

Meßstrecken	α	β	γ	$\langle\alpha\beta\gamma\rangle$	$\langle\alpha\beta'\gamma'\rangle$	δ	ϵ	ζ	$\langle\delta\epsilon,\zeta\rangle$	$\langle\delta'\epsilon',\zeta'\rangle$
Alter	ab 26 Jahre									
$\bar{x}$	1,73	1,75	1,62	2,04	1,69	1,80	1,98	1,76	2,09	1,76
Gruppe III	Erster oberer Prämolare									
Alter	10 - 15 Jahre									
$\bar{x}$	1,39	1,39	1,50	1,64	1,49	1,92	1,85	1,74	1,68	1,54
Alter	16 - 19 Jahre									
$\bar{x}$	1,55	1,41	1,53	1,74	1,55	1,82	1,73	1,75	1,82	1,67
Alter	20 - 25 Jahre									
$\bar{x}$	1,62	1,70	1,61	2,03	1,72	1,84	1,79	1,71	1,65	1,65
Alter	ab 26 Jahren									
$\bar{x}$	1,76	1,70	1,63	1,80	1,43	1,94	2,00	1,90	1,91	1,61
Gruppe IV	Zweiter oberer Prämolare									
Alter	16 - 19 Jahre									
$\bar{x}$	1,49	1,55	1,39	1,64	1,43	1,60	1,83	1,72	1,89	1,61

Meßstrecken α β γ « $\alpha\beta\gamma$ » « $\alpha\beta\gamma$ » δ ϵ ζ « $\delta\epsilon\zeta$ » « $\delta\epsilon\zeta$ »

Alter 20 - 25 Jahre

$\bar{x}$ 1,51 1,55 1,54 1,68 1,52 1,46 1,67 1,52 1,79 1,45

Alter ab 26 Jahren

$\bar{x}$ 1,54 1,51 1,46 1,84 1,49 1,75 1,93 1,78 1,92 1,62

Meßstrecken λ κ M V P a b c d

Gruppe I Erster unterer Prämolare

Alter 16 - 19 Jahre

$\bar{x}$ 0,06 0,13 0,75 0,35 2,14 1,15 0,83 0,77 2,14

20 - 25 Jahre

$\bar{x}$ 0 0,13 0,92 0,43 2,14 0,87 0,81 0,40 1,86

Alter ab 26 Jahren

$\bar{x}$ 0,05 0,06 0,95 0,44 2,16 0,77 0,63 0,61 1,76

Meßstrecken λ	κ	M	V	ρ	a	b	c	d
-----------------------	----------	---	---	--------	---	---	---	---

Gruppe II Zweiter unterer Prämolare

Alter	10 - 15 Jahre							
-------	---------------	--	--	--	--	--	--	--

$\bar{x}$	0	0,08	1,15	0,57	2,03	1,33	1,00	0,87	2,29
-----------	---	------	------	------	------	------	------	------	------

Alter	16 - 19 Jahre							
-------	---------------	--	--	--	--	--	--	--

$\bar{x}$	0,04	0,08	0,83	0,39	2,14	0,96	0,60	0,51	2,00
-----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Alter	20 - 25 Jahre							
-------	---------------	--	--	--	--	--	--	--

$\bar{x}$	0,01	0,03	0,93	0,43	2,16	0,69	0,82	0,56	2,08
-----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Alter	ab 26 Jahre							
-------	-------------	--	--	--	--	--	--	--

$\bar{x}$	0,02	0,07	1,08	0,49	2,20	0,73	0,60	0,77	2,48
-----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Gruppe III Erster oberer Prämolare

Alter	10 - 15 Jahre							
-------	---------------	--	--	--	--	--	--	--

$\bar{x}$	0	0,19	1,29	0,57	2,26	1,15	0,96	0,88	3,72
-----------	---	------	------	------	------	------	------	------	------

Alter	16 - 19 Jahre							
-------	---------------	--	--	--	--	--	--	--

$\bar{x}$	0,04	0,12	1,01	0,47	2,15	0,90	0,73	0,66	3,07
-----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Meßstrecken	λ	κ	M	V	P	a	b	c	d
Alter	20 - 25 Jahre								
$\bar{x}$	0,05	0,21	1,01	0,46	2,20	0,68	0,38	0,60	3,06

Alter	ab 26 Jahren								
$\bar{x}$	0	0,30	1,03	0,46	2,24	0,75	0,52	0,61	3,10

Gruppe IV Zweiter oberer Prämolare

Alter	16 - 19 Jahre								
$\bar{x}$	0,08	0,15	0,92	0,40	2,28	0,75	0,61	0,73	3,16

Alter	20 - 25 Jahre								
$\bar{x}$	0	0,09	0,98	0,45	2,19	0,72	0,56	0,55	3,07

Alter	ab 26 Jahre								
$\bar{x}$	0,05	0,13	1,04	0,48	2,17	0,72	0,60	0,66	3,50

Tabelle 3: σ - Werte

eßstrecken	α	β	γ	« $\alpha\beta\gamma$ »	« $\alpha\beta'\gamma$ »	δ	ϵ	ζ	« $\delta\epsilon,\zeta$ »	« $\delta'\epsilon'\zeta'$ »
Gruppe I	Erster unterer Prämolare									
	0,29	0,27	0,27	0,10	0,26	0,21	0,29	0,33	0,27	0,27
Gruppe II	Zweiter unterer Prämolare									
	0,24	0,23	0,19	0,25	0,19	0,28	0,32	0,32	0,25	0,26
Gruppe III	Erster oberer Prämolare									
	0,21	0,22	0,12	0,33	0,17	0,26	0,37	0,45	0,22	0,24
Gruppe IV	Zweiter oberer Prämolare									
	0,19	0,26	0,28	0,16	0,16	0,26	0,32	0,29	0,18	0,21

eßstrecken	λ	κ	M	V	P	a	b	c	d
Gruppe I	Erster unterer Prämolare								
	0,01	0,01	0,29	0,22	0,16	0,16	0,20	0,10	0,66
Gruppe II	Zweiter unterer Prämolare								
	0	0	0,21	0,09	0,07	0,09	0,18	0,18	0,41
Gruppe III	Erster oberer Prämolare								
	0	0,03	0,17	0,09	0,16	0,10	0,04	0,10	0,98
Gruppe IV	Zweiter oberer Prämolare								
	0	0,01	0,22	0,10	0,05	0,11	0,19	0,15	0,91

Tabelle 4: Anzahl der Zähne pro Altersgruppe

Alter	10 - 15 J.	16 - 19 J.	ab 20 J.
Gruppe I	Erster unterer Prämolare		
Anzahl	--	4	32
Gruppe II	Zweiter unterer Prämolare		
Anzahl	2	3	15
Gruppe III	Erster oberer Prämolare		
Anzahl	3	4	16
Gruppe IV	Zweiter oberer Prämolare		
Anzahl	--	4	19

Teil G

Literaturverzeichnis

HARNDT, R.: Praxis der Zahnheilkunde, Die Kavitätenpräparation, Urban und Schwarzenberg, 1975

HINZPETER: Umdruck aus dem physikalischen Praktikum der TU Hannover

HÖFLING, O.: Lehrbuch der Physik, Oberstufe Ausgabe A, Ferd. Dümmler, Bonn, 1971

JÖRGENSEN, K.D.: Neue Kavitätenpräparationen für Gußfüllungen, Quintessenz, zahnärztliche Literatur 15, 29, Quintessenz-Verlag, Berlin, 1964

KÜHL, W. und TABATA, T.: Angewandte Morphologie der Zähne, Anleitung zum Modellieren von Zähnen für Studierende der Zahnheilkunde, Hanser, München, 1974

MEYER, W.: Die Anatomie der Wurzelkanäle, Deutsche zahnärztliche Zeitung 14, 1239, 1959

Radiologisches Zentrum der Universität Heidelberg, Kursus: Radiologie und Strahlenschutz, Springer, Berlin, 1971

ROSENTHAL, F.: Beziehungen der Pulpa und der Zahnoberfläche im Approximalbereich, Untersuchungen an oberen und unteren Molaren, Med. Dissertation, München, (unveröffentlicht)

KÜHL, W. und TABATA, T.: Angewandte Morphologie der Zähne, Anleitung zum Modellieren von Zähnen für Studierende der Zahnheilkunde, Hanser, München, 1974

MEYER, W.: Die Anatomie der Wurzelkanäle, Deutsche Zahnärztliche Zeitung 14, 1239 - 1249, 1959

Radiologisches Zentrum der Universität Heidelberg, Kursus: Radiologie und Strahlenschutz, Springer, Berlin, 1971

ROSENTHAL, F.: Die Gestalt der Pulpenwände im Approximalbereich der Molaren unter besonderer Berücksichtigung der Präparationstechniken, Med. Dissertation, München, (unveröffentlicht)

SAUERWEIN, E.: Zahnerhaltungskunde, Kariestherapie, Endodontie, Parodontologie, Thieme, Stuttgart, 1972

SONNABEND, E.: Zahnärztliche Röntgenologie, Praxis der Zahnheilkunde, Band IV, E 1, 1 - 101, Urban und Schwarzenberg, München, 1975

SUTOR, M.: Eine korrelationstheoretische Berechnung zwischen Lebensalter der Zähne und deren zunehmender Verkalkung, Korrespondierendes Blatt für Zahnärzte 1, 10 - 14, 1937

Danksehung
=====

Herrn priv. doz. Dr. Georg Ph. Schmidt danke ich für die freundliche Überlassung des Themas und Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit.

Herr dipl. ing, cand. med. dent. Peter Stroinigg beriet mich freundlicherweise bei dem statistischen Teil der Arbeit.

Für die Beschaffung der 102 Zähne danke ich Herrn Prof. Dr. Spann vom gerichtsmedizinischen und Herrn Prof. Dr. Meister vom pathologischen Institut München, sowie Herrn Dr. W.Gebhardt (Holzkirchen), Herrn Dr. St.Schweiger und Herrn Dr. M.Trixl (Miesbach) und Herrn F.Veldung (Otterfing).

Herrn cand. med. dent. Friedel Rosenthal danke ich dafür, daß er mir einen Teil der Zähne besorgte und das Kunststoffgerät zum Röntgen zur Verfügung stellte.

Lebenslauf

=====

Am 8. November 1953 wurde ich als Tochter des Facharztes für Chirurgie Dr. med. Christian Funk und seiner Ehefrau Elisabeth, geb. Rupp, als viertes von insgesamt fünf Kindern in Holzkirchen bei München geboren.

Von September 1959 bis Juli 1963 besuchte ich die Volksschule Holzkirchen und setzte meine schulische Ausbildung am Gymnasium Tegernsee fort, wo ich im Juni 1972 das Abitur mit großem Erfolg ablegte.

Im Wintersemester 1972/1973 begann ich das Studium der Zahnmedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Nach dem 2. Semester, im Oktober 1973, legte ich die naturwissenschaftliche zahnärztliche Vorprüfung, nach dem 5. Semester, im April 1975, die zahnärztliche Vorprüfung erfolgreich ab.

Im Sommer 1978 werde ich voraussichtlich mein Studium mit dem Staatsexamen abschließen.

München, im April 1976

